

DOI 10.31891/2307-5732-2021-293-1-234-237

УДК 677.024.3

В.Ю. ЩЕРБАНЬ, А.К. ПЕТКО, О.З. КОЛИСКО, Ю.Ю. ЩЕРБАНЬ, М.І. КОЛИСКО

Київський національний університет технологій та дизайну

## БАЗА ФРИКЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАТЯГУ НИТКИ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ АЛГОРИТМУ РЕКУРСІЇ

Проектування нових та удосконалення існуючих технологічних процесів переробки ниток на технологічних машинах легкої та текстильної промисловості потребує визначення зміни відносного натягу по зонах заправки нитки. Виконання цієї складної задачі повинно базуватися на використанні спеціально розроблених комп'ютерних програм. Враховуючи специфіку переробки ниток на технологічних машинах легкої та текстильної промисловості, при визначенні відносного натягу в кожній окремій зоні, необхідно використовувати алгоритм рекурсії, коли вихідний натяг нитки з попередньої зони буде являтися вхідним для наступної зони. Формування бази фрикційних властивостей сировини що переробляється на технологічних машинах легкої та текстильної промисловості, з урахуванням матеріалу напрямної, дозволить підвищити точність визначення зміни відносного натягу по зонах при використанні комп'ютерної програми. База фрикційних властивостей комп'ютерної програми для визначення натягу нитки при реалізації алгоритму рекурсії формувалася для натуральних та синтетичних комплексних ниток та пряжі у вигляді багатовимірного масиву.

Ключові слова: база фрикційних властивостей, комп'ютерна програма, натяг, нитка, алгоритм рекурсії.

V.YU. SHCHERBAN, A.K.PETKO, O.Z.KOLISKO, Y.YU. SHCHERBAN, M.I. KOLISKO

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

## BASE OF FRICTIONAL PROPERTIES OF A COMPUTER PROGRAM FOR DETERMINATION OF THREAD TENSION WHEN IMPLEMENTING A RECURSION ALGORITHM

The design of new and improvement of existing technological processes of thread processing on technological machines of light and textile industry requires the determination of the change of relative tension in the areas of thread filling. This difficult task must be based on the use of specially designed computer programs. Given the specifics of thread processing on technological machines of light and textile industry, when determining the relative tension in each zone, it is necessary to use a recursion algorithm, when the output thread tension from the previous zone will be the input for the next zone. The increase in tension in the areas of thread filling is explained by its interaction with the guides in the form of a cylinder and a torus, tensioning devices, compensators, thread break monitoring devices. Mathematical support of a computer program requires the development of models of these devices, taking into account the real physical and mechanical properties of complex threads and yarns and their real geometric and structural parameters. The main factor that affects the increase in thread tension is the force of friction. It characterizes the frictional properties of the threads and the conditions of their interaction with the guides in the form of a cylinder and a torus, tensioning devices, compensators, devices for monitoring the breakage of the threads. The coefficient of friction between the thread and the guide determines the value of the relative increase in tension in each zone depending on the type of materials of the thread and the guide. Formation of the base of frictional properties of raw materials processed on technological machines of light and textile industry, taking into account the guide material, will increase the accuracy of determining the change in relative tension in the zones when using a computer program. The difficulty of determining the coefficient of friction of the thread when it interacts with the guide surface in the form of a cylinder and torus is explained by the fact that it is not a constant value, but depends on the tension of the thread to the guide, the radius of curvature of the guide surface. To determine it, a combined method was used, in which the tension of the thread after the guide was experimentally determined, after which the coefficient of friction was determined according to known dependences. The base of friction properties of a computer program for determining the tension of the thread in the implementation of the recursion algorithm was formed for natural and synthetic complex threads and yarns in the form of a multidimensional array. A characteristic feature of the computer program is the ability to constantly update the database of friction properties for new types of thread.

Keywords: friction properties base, computer program, tension, thread, recursion algorithm..

### Постановка проблеми

Проектування нових та удосконалення існуючих технологічних процесів переробки ниток на технологічних машинах легкої та текстильної промисловості потребує визначення зміни відносного натягу по зонах заправки нитки. Виконання цієї складної задачі повинно базуватися на використанні спеціально розроблених комп'ютерних програм з використанням алгоритму рекурсії. Формування бази фрикційних властивостей сировини що переробляється на технологічних машинах легкої та текстильної промисловості, з урахуванням матеріалу напрямної, дозволить підвищити точність визначення зміни відносного натягу по зонах при використанні комп'ютерної програми.

### Аналіз джерел

Удосконалення існуючих технологічних процесів переробки ниток призведе до зменшення простоїв машин текстильної та легкої промисловості, які виникають при обриві нитки. Це негативно впливає на продуктивність машин текстильної та легкої промисловості, зменшує якість продукції що випускається [1, 8]. Мінімізація натягу в кожній зоні лінії заправки нитки дозволить зменшити ймовірність обриву нитки, що має важливе значення для удосконалення технологічних процесів з позиції підвищення продуктивності технологічних машин та якості продукції що випускається [2, 5-11]. Математичне забезпечення комп'ютерної програми вимагає розробки моделей вказаних пристроїв з урахуванням реальних фізико-механічних властивостей комплексних ниток та пряжі та їх реальних геометричних та конструктивних параметрів. Основним чинником, який впливає на зростання натягу нитки є сила тертя. Вона характеризує фрикційні властивості ниток та умови їх взаємодії з напрямними у формі циліндру та тора, пристроями для натягу, компенсаторами, пристроями контролю обриву ниток [10, 11]. Коефіцієнт тертя між ниткою та

напрямною визначає величину відносного зростання натягу в кожній окремій зоні в залежності від виду матеріалів самої нитки та напрямної. Формування бази фрикційних властивостей сировини що переробляється на технологічних машинах легкої та текстильної промисловості, з урахуванням матеріалу напрямної, дозволить підвищити точність визначення зміни відносного натягу по зонам при використанні комп'ютерної програми. Складність визначення коефіцієнту тертя нитки при її взаємодії з напрямною поверхнею у формі циліндру та тора пояснюється тим, що він не є сталою величиною, а залежить від величини натягу нитки до напрямної, радіусу кривизни напрямної поверхні. Таким чином, тема даної статті є актуальною, яка має важливе значення для удосконалення існуючих технологічних процесів переробки ниток на технологічних машинах легкої та текстильної промисловості [3, 4, 11].

Розробка та удосконалення спеціальних комп'ютерних програм [10] для визначення натягу в кожній зоні лінії заправки нитки машин текстильної та легкої промисловості дозволяє оперативно визначати необхідні технологічні параметри, провадити корегування, як самої структури так і складових компонентів системи подачі нитки на технологічних машинах для отримання мінімально необхідного натягу [2, 5-9].

**Метою роботи є:** формування бази фрикційних властивостей сировини що переробляється на технологічних машинах легкої та текстильної промисловості, з урахуванням матеріалу напрямної.

#### Виклад основного матеріалу

На головній формі комп'ютерної програми розташовані два компоненти для обрання матеріалу сировини N2: TMenuItem (рис.1а) та матеріалу циліндричної напрямної N42: TMenuItem (рис.1б). Процедура procedure TForm2.N2Click забезпечує обрання виду сировини: процедура procedure TForm2.N28Click забезпечує введення даних для бавовняної пряжі; процедура procedure TForm2.N29Click для вовняної пряжі; процедура procedure TForm2.N36Click для шовкової нитки; процедура procedure TForm2.N37Click для віскозної нитки; процедура procedure TForm2.N38Click для капронової комплексної нитки; процедура procedure TForm2.N39Click для лавсанової нитки; процедура procedure TForm2.N40Click для льняної нитки; процедура procedure TForm2.N30Click для капронової монопнитки.

Реалізація procedure TForm2.N42Click дозволяє здійснювати обрання матеріалу циліндричної напрямної. Процедура procedure N43Click(Sender: TObject) здійснює обрання з бази фрикційних властивостей даних для сталевій циліндричній напрямній. Процедура procedure N44Click(Sender: TObject) здійснює обрання з бази фрикційних властивостей даних для керамічній циліндричній напрямній.

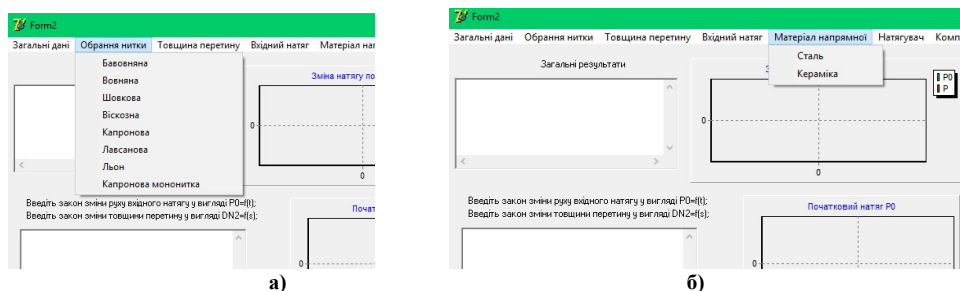


Рис.1. Компоненти головного меню MainMenu1: а) TMainMenu модуля unit Unit2: N5: TMenuItem; б) N6: TMenuItem, N7: TMenuItem

Послідовність виконання процедур наступна. На першому етапі обирають матеріал сировини – процедура procedure TForm2.N2Click. На другому етапі, при виконанні процедури procedure N7Click(Sender: TObject) обирається вид взаємодії нитки з циліндричною напрямною: процедура procedure TForm2.N26Click відповідає випадку з урахуванням радіального охоплення; процедура procedure TForm2.N27Click відповідає випадку без радіального охоплення. На третьому етапі відбувається реалізація procedure TForm2.N42Click.

Складність визначення коефіцієнту тертя нитки при її взаємодії з напрямною поверхнею у формі циліндру та тора пояснюється тим, що він не є сталою величиною, а залежить від величини натягу нитки до напрямної, радіусу кривизни напрямної поверхні. Для його визначення в роботі використовувався комбінований метод, при якому експериментально визначався натяг нитки після напрямної, після чого за відомими залежностями визначався коефіцієнт тертя. Для реалізації експериментальної частини в роботі був реалізований ортогональний план активного експерименту для трьох факторів

$$P_{i+1} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (1)$$

$$x_1 = \frac{P_i - P_{0i}}{h_1}, \quad x_2 = \frac{R_i - R_{0i}}{h_2}, \quad x_3 = \frac{\varphi_{Pi} - \varphi_{0Pi}}{h_3},$$

де  $P_{i+1}$  - натяг нитки після напрямної;  $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$  - коефіцієнти в рівнянні регресії;  $P_i$  - натяг нитки до циліндричної напрямної;  $R_i$  - радіус циліндричної напрямної;  $\varphi_{Pi}$  - кут охоплення ниткою напрямної;  $P_{0i}, R_{0i}, \varphi_{0Pi}$  - значення параметрів в центрі експерименту;  $h_1, h_2, h_3$  - рівні зміни відповідних факторів.

Коефіцієнт тертя  $\mu_j$ , з урахуванням деформації в зоні контакту, можна визначити з наступного рівняння [5, 10, 11]

$$\mu_j = \frac{1}{\varphi_{Pi}} \ln \left[ \frac{R_i}{(R_i + r_j)} \left( \frac{P_{i+1}}{P_i} - 1 \right) + 1 \right] \quad (2)$$

де  $r_j$  – радіус перетину обраної пряжі чи комплексної нитки.

Спільно вирішуючи рівняння (1) та (2) була сформована база фрикційних властивостей комплексних ниток та пряжі. В таблиці 1 представлений фрагмент бази фрикційних властивостей при використанні сталеві циліндричної напрямної.

Таблиця 1

Значення коефіцієнтів тертя нитки по сталевій циліндричній напрямній

Натяг, сН	Бавовняна пряжа 72Т			Вовняна пряжа 89,7Т			Віскозна штапельна пряжа 93,5Т			Поліамідна комплексна нитка 84Т		
	Радіус напрямної, мм			Радіус напрямної, мм			Радіус напрямної, мм			Радіус напрямної, мм		
	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0
10	0.143	0.145	0.149	0.104	0.109	0.114	0.126	0.127	0.131	0.135	0.141	0.148
20	0.152	0.145	0.146	0.110	0.107	0.110	0.140	0.128	0.128	0.142	0.136	0.140
30	0.164	0.146	0.145	0.118	0.107	0.108	0.154	0.131	0.128	0.152	0.136	0.136

### Висновки

Розроблена методика та сформована база фрикційних властивостей сировини що переробляється на технологічних машинах легкої та текстильної промисловості, з урахуванням матеріалу напрямної. Це дозволило підвищити точність визначення зміни відносного натягу по зонам при використанні комп'ютерної програми.

Складність визначення коефіцієнту тертя нитки при її взаємодії з напрямною поверхнею у формі циліндру та тора пояснюється тим, що він не є сталою величиною, а залежить від величини натягу нитки до напрямної, радіусу кривизни напрямної поверхні. Для його визначення в роботі використовувався комбінований метод, при якому експериментально визначався натяг нитки після напрямної, після чого за відомими залежностями визначався коефіцієнт тертя. База фрикційних властивостей комп'ютерної програми для визначення натягу нитки при реалізації алгоритму рекурсії формувалася для натуральних та синтетичних комплексних ниток та пряжі у вигляді багатовимірного масиву. Характерною особливістю комп'ютерної програми є можливість постійно доповнювати базу фрикційних властивостей для нових видів нитки.

### Література

1. Щербань В.Ю. Ефективність роботи компенсаторів натягу нитки трикотажних машин/В.Ю.Щербань, Н.І.Мурза, А.М. Кириченко, М.І.Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.- 2017.- №1(245). - с.83-86.
2. Слізков А.М., Щербань В.Ю., Кизимчук О.П. Механічна технологія текстильних матеріалів. Частина II. (Ткацьке, трикотажне та неткане виробництво): підручник / А.М.Слізков, В.Ю.Щербань, О.П.Кизимчук. – К.:КНУТД, 2018. – 276 с.
3. Scherban V. Interaction yarn guide surface/V.Scherban, M. Sholudko, V. Kalashnik, O. Kolisko//Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May 2015. – Volume 4.- Number 3. – pp. 10-15.
4. Щербань В.Ю. Порівняльний аналіз роботи нитконатягувачів текстильних машин/ В.Ю.Щербань, Н.І.Мурза, А.М. Кириченко, М.І.Шолудько// Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки.- 2016.-№6(243). - с.18-21.
5. Щербань В.Ю., Волков О.И., Щербань Ю.Ю. Математические модели в САПР оборудования и технологических процессов легкой и текстильной промышленности. – К.: КНУТД, 2003. - 600 с.
6. Scherban V. Basic parameters of curvature and torsion of the deformable thread in contact with runner/V. Scherban, N.Murza, A.Kirichenko, O. Kolisko, M. Sholudko //Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – Nov/Des - 2016. – Volume 10.- Number 2. – pp. 18-23.
7. Scherban V. Kinematics of threads cooperates with the guiding surfaces of arbitrary profile /V. Scherban, N. Murza, O. Kolisko, M. Sheludko, I. Semenova //Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May/June - 2016. – Volume 5.- Number 3. – pp. 23-27
8. Scherban V. Equalizations of dynamics of filament interactive with surface/V. Scherban, G. Melnik, A.Kirichenko, O. Kolisko, M. Sheludko//Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – January/February 2017. – Volume 6.- Number 1. – pp. 22-26.
9. Щербань В.Ю. Дослідження впливу матеріалу нитки і анізотропії тертя на її натяг і форму осі/ В.Ю.Щербань, В.Ю.Калашник, О.З.Колиско, М.І.Шолудько // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – 223(2). - С.25-29.

10. Computer systems design: software and algorithmic components / V.Y. Shcherban, O.Z. Kolisko, G.V. Melnyk, M.I. Sholudko, V.Y. Kalashnik. – K.: Education of Ukraine, 2019. – 902 p.
11. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry / V. Yu. Scherban, O.Z. Kolisko, M.I. Sholudko, V. Yu. Kalashnik. – K.: Education of Ukraine, 2017. – 745 p.

#### References

1. Scherban V.Yu., Murza N.I., Kirichenko A.N., Sholudko M.I.. Overall performance of compensators of the filament of knitted cars. Khmelnytskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2017.Volume 245. Issue 1. pp.83-86.
2. Slizkov AM, Shcherban V.Yu., Kizimchuk OP Mechanical technology of textile materials. Part II. (Weaving, knitted and non-woven production): textbook / A.M. Slizkov, V.Y. Shcherban, O.P. Kyzymchuk. - K.: KNUTD, 2018. - 276 p.
3. Scherban V. Interaction yarn guide surface/V.Scherban, M. Sholudko, V. Kalashnik, O. Kolisko//Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May 2015. – Volume 4.- Number 3. – pp. 10-15.
4. Scherban V.Yu., Murza N.I., Kirichenko A.N., Sholudko M.I.. Comparativce analysis of work of natyazhiteley of filament of textile machines. Khmelnytskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2016.Volume 243. Issue 6. pp.18-21.
5. Shcherban V.Yu., Volkov O.I., Shcherban Yu.Yu. Mathematical models in CAD equipment and technological processes of light and textile industries. - K.: KNUTD, 2003. - 600 p.
6. Scherban V. Basic parameters of curvature and torsion of the deformable thread in contact with runner/V. Scherban, N.Murza, A.Kirichenko, O. Kolisko, M. Sholudko //Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – Nov/Des - 2016. – Volume 10.- Number 2. – pp. 18-23.
7. Scherban V. Kinematics of threads cooperates with the guiding surfaces of arbitrary profile /V. Scherban, N. Murza, O. Kolisko, M. Sholudko, I. Semenova //Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – May/June - 2016. – Volume 5.- Number 3. – pp. 23-27
8. Scherban V. Equalizations of dynamics of filament interactive with surface/V. Scherban, G. Melnik, A.Kirichenko, O. Kolisko, M. Sholudko//Intellectual Archive, Toronto: Shiny World Corp., Richmond Hill, Ontario, Canada. – January/February 2017. – Volume 6.- Number 1. – pp. 22-26.
9. Scherban V.Yu., Kalashnik V.Yu., Kolisko O.Z., Sholudko M.I.. Investigation of the influence of the thread material and the anisotropy of friction on its tension and the shape of the axisio. Khmelnytskyi. Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences. Khmelnytskyi.2015.Volume 223. Issue 2. pp.25-29.
10. Computer systems design: software and algorithmic components / V.Y. Shcherban, O.Z. Kolisko, G.V. Melnyk, M.I. Sholudko, V.Y. Kalashnik. – K.: Education of Ukraine, 2019. – 902 p.
11. Algorithmic, software and mathematical components of CAD in the fashion industry / V. Yu. Scherban, O.Z. Kolisko, M.I. Sholudko, V. Yu. Kalashnik. – K.: Education of Ukraine, 2017. – 745 p.

Рецензія/Peer review : 19.02.2021 p.

Надрукована/Printed :10.03.2021 p.